

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**

PATENT
8001-1008



IN THE U.S. PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applicant: Seiichiro MIYAKI Conf.:
Appl. No.: **NEW** Group:
Filed: January 28, 2002 Examiner:
For: METHOD OF CALCULATING WRITE CONDITION
DETECTION INDEX AND OPTICAL DISK
WRITING METHOD AND APPARATUS USING
THE METHOD

#2
smc
4/28/02

CLAIM TO PRIORITY

Assistant Commissioner for Patents
Washington, DC 20231

January 28, 2002

Sir:

Applicant(s) herewith claim(s) the benefit of the priority filing date of the following application(s) for the above-entitled U.S. application under the provisions of 35 U.S.C. § 119 and 37 C.F.R. § 1.55:

<u>Country</u>	<u>Application No.</u>	<u>Filed</u>
JAPAN	2001-018260	January 26, 2001

Certified copy(ies) of the above-noted application(s) is(are) attached hereto.

Respectfully submitted,

YOUNG & THOMPSON

Benoit Castel

Benoit Castel, Reg. No. 35,041

745 South 23rd Street
Arlington, VA 22202
Telephone (703) 521-2297

BC/ma

Attachment(s): 1 Certified Copy(ies)

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

Jc872 U.S. PTO
10/056033
01/28/02

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2001年 1月26日

出 願 番 号

Application Number:

特願2001-018260

出 願 人

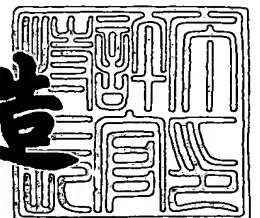
Applicant(s):

日本電気株式会社

2001年11月 2日

特 許 庁 長 官
Commissioner,
Japan Patent Office

及 川 耕 造



出証番号 出証特2001-3097180

【書類名】 特許願

【整理番号】 92900280

【提出日】 平成13年 1月26日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 G11B

【発明の名称】 記録状態検出指数の算出方法並びにこれを用いた光ディスク記録方法及び光ディスク記録装置

【請求項の数】 12

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都港区芝五丁目 7 番 1 号 日本電気株式会社内

 【氏名】 宮木 誠一郎

【特許出願人】

 【識別番号】 000004237

 【氏名又は名称】 日本電気株式会社

【代理人】

 【識別番号】 100079164

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 高橋 勇

 【電話番号】 03-3862-6520

【手数料の表示】

 【予納台帳番号】 013505

 【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

 【物件名】 明細書 1

 【物件名】 図面 1

 【物件名】 要約書 1

 【包括委任状番号】 9003064

【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 記録状態検出指数の算出方法並びにこれを用いた光ディスク記録方法及び光ディスク記録装置

【特許請求の範囲】

【請求項1】 光ディスクへの情報記録時に、当該光ディスクの記録状態を検出する指数 R_m を求める、記録状態検出指数の算出方法において、

ピット部を生成するパワー P_{w1} で照射したレーザ光の反射光強度の安定した部分を光強度レベル S_p として検出し、ピット部を生成しないパワーで照射したレーザ光のスペース部からの反射光強度を光強度レベル S_s として検出し、次式

$$R_m = S_p / S_s / P_{w1}^2$$

によって前記指数 R_m を求める、

ことを特徴とする記録状態検出指数の算出方法。

【請求項2】 前記光ディスクの少なくとも1周分について前記指数 R_m を求め、更にこれらの指数 R_m の平均値を求め、その平均値を真の指数 R_m とする

請求項1記載の記録状態検出指数の算出方法。

【請求項3】 前記光ディスクの少なくとも1周分について前記 S_p 、前記 S_s 及び前記 P_{w1} を検出し、これらの S_p 、 S_s 及び P_{w1} の平均値を求め、更にこれらの平均値を用いて前記指数 R_m を算出する、

請求項1記載の記録状態検出指数の算出方法。

【請求項4】 光ディスクへの情報記録時に、当該光ディスクの記録状態を検出する指数 R_m を求める、記録状態検出指数の算出方法において、

ピット部を生成するパワー P_{w1} で照射したレーザ光の反射光強度が安定した部分を光強度レベル S_p として検出し、次式

$$R_m = S_p / P_{w1}^2$$

によって前記指数 R_m を求める、

ことを特徴とする記録状態検出指数の算出方法。

【請求項5】 前記光ディスクの少なくとも1周分について前記指数 R_m を求め、更にこれらの指数 R_m の平均値を求め、その平均値を真の指数 R_m とする

請求項 4 記載の記録状態検出指数の算出方法。

【請求項 6】 前記光ディスクの少なくとも 1 周分について前記 S_p 及び前記 P_{w1} を検出し、更にこれらの S_p 及び P_{w1} の平均値を求め、これらの平均値を用いて前記指数 R_m を算出する、

請求項 4 記載の記録状態検出指数の算出方法。

【請求項 7】 請求項 1 乃至 6 のいずれかに記載の記録状態検出指数の算出方法を用いて情報記録時に常に前記指数 R_m を測定し、当該指数 R_m とその目標値との差が最小になるように前記パワー P_{w1} を制御する、

光ディスク記録方法。

【請求項 8】 請求項 1 乃至 6 のいずれかに記載の記録状態検出指数の算出方法を用いて OPC (Optimum Power Calibration) 時に前記指数 R_m を測定し、当該指数 R_m を前記目標値とする、

請求項 7 記載の光ディスク記録方法。

【請求項 9】 請求項 1 乃至 6 のいずれかに記載の記録状態検出指数の算出方法を用いて、PCA (Power Calibration Area) に最適記録パワーで試し書きする際に前記指数 R_m を測定し、当該指数 R_m を前記目標値とする、

請求項 7 記載の光ディスク記録方法。

【請求項 10】 請求項 1 乃至 6 のいずれかに記載の記録状態検出指数の算出方法を用いてデータ領域実記録開始直後に前記指数 R_m を測定し、当該指数 R_m を前記目標値とする、

請求項 7 記載の光ディスク記録方法。

【請求項 11】 光ディスクへの情報記録時に当該光ディスクの記録状態を検出する指数 R_m を求め、当該指数 R_m とその目標値との差が最小になるように、ピット部を生成するパワー P_{w1} を制御する、光ディスク記録装置において、

前記パワー P_{w1} で照射したレーザ光の反射光強度の安定した部分を光強度レベル S_p として検出する手段と、

ピット部を生成しないパワーで照射したレーザ光のスペース部からの反射光強度を光強度レベル S_s として検出する手段と、

次式

$$R_m = S_p / S_s / P_{w1}^2$$

によって前記指数 R_m を求める手段と、

当該指数 R_m とその目標値との差が最小になるように前記パワー P_{w1} を制御する手段と、

を備えたことを特徴とする光ディスク記録装置。

【請求項 12】 光ディスクへの情報記録時に当該光ディスクの記録状態を検出する指数 R_m を求め、当該指数 R_m とその目標値との差が最小になるように、ピット部を生成するパワー P_{w1} を制御する、光ディスク記録装置において、前記パワー P_{w1} で照射したレーザ光の反射光強度の安定した部分を光強度レベル S_p として検出する手段と、

次式

$$R_m = S_p / P_{w1}^2$$

によって前記指数 R_m を求める手段と、

当該指数 R_m とその目標値との差が最小になるように前記パワー P_{w1} を制御する手段と、

を備えたことを特徴とする光ディスク記録装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、光ディスクへの情報記録時に光ディスクの記録状態を検出する指数を求める記録状態検出指数の算出方法、並びにこれを用いた光ディスク記録方法及び光ディスク記録装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

光ディスクの記録状態を示すパラメータとして、記録波形を再生した RF 波形のアシンメトリ（非対称性）を示す「シンメトリ値」と「 β 値」とがある。

【0003】

シンメトリ値は、図 8（1）に示す I_{3L} 、 I_{3p} 、 I_{11L} 、 I_{11p} で表

すと次式で与えられる。

$$\text{シンメトリ値} = - \{ (I_{11L} - I_{11P}) - (I_{3L} - I_{3P}) \} / 2 (I_{11L} - I_{11P}) \quad \dots (6)$$

図 8 に示すように、シンメトリ値は、記録パワーを上げると小さくなり、記録パワーを下げると大きくなる。

【 0 0 0 4 】

β 値は、光ディスクの記録波形のアシンメトリを示す指数であり、図 8 (2) に示す記録波形を再生した RF 波形において、AC-GND から RF 波形上端（ランドレベル）までの振幅値 A_1 と、AC-GND から RF 波形下端（ピットレベル）までの振幅値 A_2 とに基づき、次式で与えられる。

$$\beta \text{ 値} = (A_1 - A_2) / (A_1 + A_2) \quad \dots (7)$$

図 8 に示すように、 β 値は、シンメトリ値とは逆に、記録パワーを上げると大きくなり、記録パワーを下げると小さくなる。

【 0 0 0 5 】

この β 値（又はシンメトリ値、以下同じ。）とジッタとには、図 9 に示すような関係がある。 β 値が大きすぎたり小さすぎたりすると、ジッタが悪化する。許されるジッタ値以下に対応する β 値の幅を、一般にパワーマージンと呼ぶ。このパワーマージンは光ディスクの種類によって様々である。特にパワーマージンが狭い光ディスクでは、 β 値の変動が大きな問題となるので、光ディスク全面において安定した均一な β 値の記録状態になることが要求される。近年、高倍速記録化が進んできており、このような高倍速記録の場合はより一層パワーマージンが狭くなる傾向がある。そのため、光ディスク全面において安定した均一な β 値の記録状態が、より一層要求されるようになってきている。

【 0 0 0 6 】

このような背景の中で、通常の光ディスクへの記録方法では、光ディスク内の所定の試し書き領域（Power Calibration Area、以下「PCA」という。）において最適記録パワーを校正するための動作（Optimum Power Calibration、以下「OPC」という。）を予め行っておき、続いてデータ記録領域への実記録動作を OPC で求めた最適記録パワーで固定して行う。

【 0 0 0 7 】

しかし、以下に挙げるような原因により、O P Cで求めた最適パワーで記録しているにもかかわらず、光ディスクの記録状態が最適ではなくなるという問題がある。

1) 光ディスクの特性の面内変化。

2) 光ヘッドのレーザ光線の光軸と光ディスク記録面の機械的な傾きとのズレの面内変化。(ラジアルS K E Wの面内変化や、ディスク反りなどによる。)

3) O P C時と実記録時とで温度が変化することによる、光ディスクの特性の変化。

4) O P C時と実記録時とで温度が変化することによる、半導体レーザ素子の波長変化による記録特性の変化。

【 0 0 0 8 】

これらの問題を解決するために、記録時に様々な方法で記録状態を検出し、これに基づいて記録パワーを補正し、O P C時の記録状態を維持する動作(これを一般に「ランニングO P C」と呼ぶ。)を行う場合がある。

【 0 0 0 9 】

このランニングO P Cには、例えば特開2 0 0 0 - 2 1 5 4 5 4号公報(以下「第一従来例」という。)、特開平9 - 2 7 0 1 2 8号公報(以下「第二従来例」という。)、及び特開平9 - 9 1 7 0 5号公報(以下「第三従来例」という。)に開示された技術が知られている。

【 0 0 1 0 】

第一従来例では、記録時ピット反射光レベルのP E A K値(以下「P E A K値」という。))と、記録時ピット反射光後半のサンプリングホールドレベル(以下「B値」という。))とに基づき、次式により記録状態を検出し記録パワーを補正する。

$$\text{記録状態検出指数} = (\text{B 値}) / (\text{P E A K 値}) \quad \dots (11)$$

すなわち、O P C時に記録状態検出指数を上式に基づき測定し、これを記録状態検出指数の目標値とするとともに、データ記録領域への記録時に測定する記録状態検出指数が目標値になるように記録パワーを制御する。

【0011】

第二従来例では、PEAK値とB値とに基づき、次式により記録状態を検出し記録パワーを補正する。

$$\text{記録状態検出指数} = (\text{PEAK値}) / N - (\text{B値}) \quad \dots (12)$$

上式中のNは、光ディスクの種類別に求めた実験値である。

【0012】

第三従来例では、第一及び第二従来例と異なり、PEAK値を演算パラメータに使用しない。すなわち、記録時ピット反射光レベルと記録パワーとに基づき、次式により記録状態を検出し記録パワーを補正する。

$$\text{記録状態検出指数} = (\text{記録時ピット反射光レベル}) / (\text{記録パワー}) \quad \dots (13)$$

すなわち、データ記録領域への記録し始めに記録状態検出指数を上式で測定し、この記録状態検出指数の目標値とし、以降の記録時に測定する記録状態検出指数が目標値になるように記録パワーを制御する。

【0013】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、第一乃至第三従来例では、次のような問題があった。

【0014】

第一及び第二従来例において、式(11)及び式(12)に含まれるPEAK値は、反射光検出回路の周波数特性の影響が大きく、温度変化によっても周波数特性が変化する。そのため、安定した測定が困難である。また、B値を得るためにピークホールド回路が必要であるので、回路コストが高価になる。更に、式(11)及び式(12)で得られる記録状態検出指数に基づいて記録パワーを制御する方法では、様々な要因によって、記録状態変動に対する追従性能が悪い。更にまた、光ディスクの種類によっては、記録状態検出指数の検出能力が低い。

【0015】

第二従来例では、式(12)に含まれるNが光ディスクの種類別に与えられるため、多種類の光ディスクに対応するのが困難である。しかも、光記録装置ごとによってもNが変わるために、量産には不向きである。

【0016】

第三従来例において、式(13)で求める記録状態検出指数は、光ディスクの種類によっては、記録パワーに対する変化量が小さいために検出感度が悪く、ランニングOPCの精度をあげることが困難である。また、式(13)で得られる記録状態検出指数に基づいて記録パワーを制御する方法では、様々な要因によって、記録状態変動に対する追従性能が悪い。

【0017】

図10は、第三従来例によってランニングOPCを行った結果を示すグラフである。記録パワー固定つまりランニングOPCを行わないで光ディスク全面に記録した場合は、内周と外周とで β 値が約10%小さくなってしまう。この光ディスクに、このランニングOPCを行って全面記録した場合は、内周と外周とで β 値が約5%大きくなっている。この実験では、このランニングOPCにより β 値変動量が-10%から+5%までにしか改善されなかった。しかしながら、理想は変動量0%である。

【0018】

【発明の目的】

そこで、本発明の目的は、温度変動等に対する安定性及び記録状態の検出感度を向上させた記録状態検出指数を得るための記録状態検出指数の算出方法、並びにこれを用いた光ディスク記録方法及び光ディスク記録装置を提供することにある。

【0019】

【課題を解決するための手段】

本発明に係る記録状態検出指数の算出方法は、光ディスクへの情報記録時に当該光ディスクの記録状態を検出する指数 R_m を求めるものである。すなわち、ピット部を生成するパワー P_{w1} で照射したレーザ光の反射光強度の安定した部分を光強度レベル S_p として検出し、ピット部を生成しないパワーで照射したレーザ光のスペース部からの反射光強度を光強度レベル S_s として検出し、次式 $R_m = S_p / S_s / P_{w1}^2 \dots (1)$ によって指数 R_m を求める。又は、ピット部を生成するパワー P_{w1} で照射したレーザ光の反射光強度の安定した部分を光強度

レベル S_p として検出し、次式 $R_m = S_p / P_{w1}^2 \dots (2)$ によって指数 R_m を求める。

【 0 0 2 0 】

パワー P_{w1} で照射したレーザ光の反射光強度の $PEAK$ 値を用いないので、温度変動等に影響されない安定した記録状態検出指数が得られる。これに加え、パワー P_{w1}^2 を用いることにより、記録パワーに対する変化量を大きくできるので、記録状態の検出感度を向上させた記録状態検出指数が得られる。

【 0 0 2 1 】

このとき、光ディスクの少なくとも1周分について指数 R_m を求め、更にこれらの指数 R_m の平均値を求め、その平均値を真の指数 R_m とする、としてもよい。又は、光ディスクの少なくとも1周分について S_p 、 S_s 及び P_{w1} を検出し、これらの S_p 、 S_s 及び P_{w1} の平均値を求め、更にこれらの平均値を用いて指数 R_m を算出する、としてもよい。これらの場合は、記録状態検出指数の精度が向上する。

【 0 0 2 2 】

本発明に係る光ディスク記録方法は、本発明に係る記録状態検出指数の算出方法を用いて情報記録時に常に指数 R_m を測定して、当該指数 R_m とその目標値との差が最小になるようにパワー P_{w1} を制御するものである。

【 0 0 2 3 】

このとき、目標値は、本発明に係る記録状態検出指数の算出方法を用いて、 OPC 時に測定した指数 R_m 、 PCA に最適記録パワーで試し書きする際に測定した指数 R_m 、又はデータ領域実記録開始直後に測定した指数 R_m 、としてもよい。

【 0 0 2 4 】

本発明に係る光ディスク記録装置は、光ディスクへの情報記録時に光ディスクの記録状態を検出する指数 R_m を求め、指数 R_m とその目標値との差が最小になるように、ピット部を生成するパワー P_{w1} を制御するものである。すなわち、パワー P_{w1} で照射したレーザ光の反射光強度の安定した部分を光強度レベル S_p として検出する手段と、ピット部を生成しないパワーで照射したレーザ光のス

ペース部からの反射光強度を光強度レベル S_s として検出する手段と、次式 $R_m = S_p / S_s / P_{w1}^2 \dots (1)$ によって指数 R_m を求める手段と、指数 R_m とその目標値との差が最小になるようにパワー P_{w1} を制御する手段とを備えている。又は、パワー P_{w1} で照射したレーザ光の反射光強度の安定した部分を光強度レベル S_p として検出する手段と、次式 $R_m = S_p / P_{w1}^2 \dots (2)$ によって指数 R_m を求める手段と、指数 R_m とその目標値との差が最小になるようにパワー P_{w1} を制御する手段とを備えている。

【 0 0 2 5 】

【発明の実施の形態】

図 1 は、本発明に係る記録状態検出指数の算出方法の一実施形態を示す説明図である。以下、この図面に基づき説明する。

【 0 0 2 6 】

まず、記録時の光ディスクからの反射光のうちピット生成記録パワー照射時の反射光レベルが安定した後半部分をサンプルホールドしたレベル（以下、「記録時ピット反射光レベル S_p 」という。）と、記録時の光ディスクからの反射光のうちピット生成しない再生パワー照射時のスペース部反射光をサンプルホールドしたレベル（以下、「記録時スペース反射光レベル S_s 」という。）とを検出する。そして、これらの検出値 S_p 、 S_s と、記録時に半導体レーザ素子からのレーザ光が光ヘッドの対物レンズから出射される記録パワー P_{w1} とから、次式によって光ディスクの記録状態を検出する指数を求める。

$$(\text{記録状態検出指数 } R_m) = (\text{記録時ピット反射光レベル } S_p) / (\text{記録時スペース反射光レベル } S_s) / (\text{記録パワー } P_{w1})^2 \dots (1)$$

この記録状態検出指数 R_m に基づいて、記録パワーを制御する。

【 0 0 2 7 】

また、回路の簡略化のために、記録時スペース反射光レベル S_s を使用しない次式によって記録状態検出指数 R_m を求める方法も可能である。

$$(\text{記録状態検出指数 } R_m) = (\text{記録時ピット反射光レベル } S_p) / (\text{記録パワー } P_{w1})^2 \dots (2)$$

【 0 0 2 8 】

そしてデータ記録領域への実記録の前に、光ディスク内の所定の試し書き領域（PCA）において、最適記録パワー P_{w0} を校正するための動作（OPC）を行うと同時に、最適パワー P_{w0} による記録時に式（1）又は式（2）により記録状態検出指数 R_m を測定する。これを記録状態検出指数の目標値 R_t として記憶しておき、以降のデータ領域への実記録時に測定する記録状態検出指数 R_m とその目標値 R_t との差である記録状態検出指数誤差 ΔR_m が最小になるように、記録パワー P_{w1} を制御する。このように記録状態を検出しながら記録パワーを制御する動作を「ランニングOPC」という。

【0029】

ランニングOPCを行わない記録の場合、予めOPCにより求めておいた最適記録パワーに固定してデータ領域に記録するため、様々な要因によりOPCで求めた最適記録パワーが必ずしも最適ではなくなる。その結果、記録状態が変動し記録品質の悪化が起こる。ここでいう「記録状態の変動」とは、記録波形を再生した波形のアシンメトリの変動のことをいい、アシンメトリは前述したようにシンメトリ値又は β 値で表される。

【0030】

本実施形態では、ランニングOPC制御方法を行った記録の場合、図2に示すようにOPCによって求めた最適記録パワー P_{w0} による記録状態（すなわちシンメトリ値又は β 値）を、常に安定に維持して記録を行える。そのため、光ディスク全面において安定した記録品質（すなわち均一なシンメトリ値又は β 値）を実現することができる。

【0031】

図3は、本発明に係る光ディスク記録装置の一実施形態を示すブロック図である。以下、この図面に基づき説明する。同時に、本発明に係る光ディスク記録方法についても説明する。

【0032】

スピンドルモータ2によって回転するターンテーブル22上に光ディスク1が装着され、光ディスク1のデータは光ヘッド3によって読み書きされる。光ヘッド3内の半導体レーザ素子4から出力されたレーザビームは、ハーフミラー23

によって反射され、対物レンズ5によって光ディスク1上に焦点を結ぶ。光ディスク1からのレーザビーム反射光は、再び光ヘッド3に戻り複数に分割された信号検出用受光素子8により反射光量を検出され、電流-電圧変換アンプ14により電圧信号に変換され各ブロックに供給される。この複数の電圧信号のうち主ビームの和信号はRF信号21として、光ディスク1上の記録波形を読み出したり、記録時の記録状態を検出したりするために使用される。

【0033】

また、電流-電圧変換アンプ14により電圧信号に変換された複数の電圧信号のマトリクスは、サーボ制御用検出信号25となる。サーボ制御用検出信号25は、光ディスク1上にレーザビームの焦点を合わせるフォーカス機構や、光ディスク1上のトラックにレーザビームスポットを追従させるトラッキング機構を、制御するためのものである。

【0034】

光ディスク1にデータを記録する際には、光ディスク1上にピットを生成するために、レーザビームを記録パワーと再生パワーとで交互に照射する(図1②)。そのため、再生パワー照射時のみの反射光電圧信号を、サンプルホールド回路15により保持しサーボ制御信号とする。このサーボ制御信号は、サーボ制御回路16により処理され、光ヘッド3のトラッキング/フォーカス機構6を駆動することにより対物レンズ5を制御して、レーザビームスポットを光ディスク1上の所定の位置にサーボ制御する。また、図示していないが光ディスク内周/外周へ光ヘッド3を移動させるスレッド機構も設けられており、大まかなトラックへの追従はこのスレッド機構が行う。

【0035】

一方、半導体レーザ素子4から出力されたレーザビームのうちハーフミラー23を透過する分は、フロントモニタ受光素子7に直接照射される。これにより、半導体レーザ素子4のレーザビーム強度が、電流-電圧変換アンプ9によって電圧信号(フロントモニタ検出信号24)に変換される。このフロントモニタ検出信号24は、レーザビーム強度を常に設定された強度に保つための自動パワー制御(Auto Power Control、以下「APC」という。)を行うために使用される。

【0036】

光ディスク記録時において、光ディスク1上にピットを生成するため、レーザビームを記録パワーと再生パワーとで交互に出射する。そのため、再生パワー出射時の瞬間と記録パワー出射時の瞬間とのフロントモニタ検出信号24は、それぞれサンプルホールド回路10, 11によって保持され、それぞれ再生APC回路12と記録APC回路13とに入力される。各APC回路12, 13は、記録パワー／再生パワー制御部20によって出射パワー目標値が設定され、レーザビーム強度がこの設定パワーになるように、フロントモニタ検出信号24の各サンプルホールド信号に基づいてAPC制御する。

【0037】

そして、再生時の光ディスク1からの反射光電圧信号21は、アシンメトリ検出回路17に入力される。その結果、再生波形のアシンメトリを示すシンメトリ値又は β 値が検出される。

【0038】

また、光ディスク1からの反射光電圧信号21は、ピット反射光サンプルホールド回路18にも入力され、記録時は図1③に示すような波形になる。ピット反射光サンプルホールド回路18は、記録パワー照射時にピット生成が飽和して反射光レベルが安定する反射光電圧信号21の後半部分を、サンプルホールドして記録時ピット反射光信号26とする。

【0039】

同様に、反射光電圧信号21は、スペース反射光サンプルホールド回路19にも入力され、記録時は図1④に示すような波形になる。スペース反射光サンプルホールド回路19は、再生パワー照射時の反射光レベルが安定する反射光電圧信号21の部分を、サンプルホールドして記録時スペース反射光信号27とする。

【0040】

これらの記録時ピット反射光信号26と記録時スペース反射光信号27とが、記録状態検出指数演算部20に入力される。そして、記録状態検出指数演算部20が「記録状態検出指数」を求める。この記録状態検出指数に基づいて記録パワーを制御し、ランニングOPCを実行する。

【 0 0 4 1 】

図 4 乃至図 7 は、本実施形態の光ディスク記録装置における動作の一例を示すフローチャートである。以下、図 1 乃至図 7 に基づき説明する。

【 0 0 4 2 】

まず、図 4 に示すように、データ領域への実記録動作前に光ディスク 1 の所定の試し書き領域（PCA）において、最適記録パワー $Pw0$ を校正するための動作（OPC）を行う。

【 0 0 4 3 】

これは、記録パワー制御部 20 により、記録パワーを段階的に変化させながら記録し（ステップ 100）、その波形を再生して各記録パワーに対応するアシンメトリ（又は β ）をアシンメトリ検出回路 17 により測定して、光ディスク 1 毎に定められた目標アシンメトリ（又は目標 β ）相当の記録パワー $Pw0$ を演算より求め、その最適記録パワー $Pw0$ に記録パワー $Pw1$ を設定する（ステップ 102）。このときの記録動作と同時に、ピット反射光サンプルホールド回路 18 とスペース反射光サンプルホールド回路 19 とにより、記録時ピット反射光レベル S_p と記録時スペース反射光レベル S_s とを測定して記憶しておく（ステップ 101）。

【 0 0 4 4 】

これら各検出信号のタイミングは、図 1 に示す通りである。記録中の RF 信号 21 は、図 1 ②のような波形になり、ピット生成記録パワー照射時の最初はピットがまだ形成されていないため波形レベルが高い。そして、徐々にピットが形成されると反射光量は次第に低くなり、一定時間経過してピット生成が飽和し始めると信号レベルも飽和して安定する。このピット生成記録パワー照射時後半の反射光レベルが安定したレベルを、図 1 ④のタイミングでピット反射光サンプルホールド回路 18 によりサンプルホールドする。そのレベルが記録時ピット反射光レベル S_p となる。一方、記録時の再生パワー照射時の図 1 ②の波形を、スペース反射光サンプルホールド回路 19 によりサンプルホールドしたレベルが、記録時スペース反射光レベル S_s である。

【 0 0 4 5 】

このようにして測定した各検出値 S_p 、 S_s に基づき記録状態検出指数演算部 20 によって、OPC で求めた最適記録パワー P_{w0} に相当する記録状態検出指数 R_m を式 (1) 又は式 (2) により求めて (ステップ 103)、これを記録状態検出指数の目標値 R_t として記憶する (ステップ 104)。

$$(\text{記録状態検出指数 } R_m) = (\text{記録時ピット反射光レベル } S_p) / (\text{記録時スペース反射光レベル } S_s) / (\text{記録パワー } P_{w1})^2 \quad \dots (1)$$

$$(\text{記録状態検出指数 } R_m) = (\text{記録時ピット反射光レベル } S_p) / (\text{記録パワー } P_{w1})^2 \quad \dots (2)$$

【0046】

式 (2) の場合は、記録時スペース反射光レベル S_s を演算パラメータに使用しないために、スペース反射光サンプルホールド回路 19 が不必要になる。そのために回路コストを下げられる利点と、記録時の検出回路や演算回路の負荷を軽くすることができる利点とがある。しかし、光ディスク 1 の反射率が変動するような場合に、記録状態維持制御に誤差を生じるという問題がある。

【0047】

この問題に対してもより良い記録特性を実現できる方法が、式 (1) により記録状態検出指数 R_m を求める方法である。式 (1) の場合は、光ディスク 1 の反射率が変動するような場合に効果を発揮する。例えば、温度変動により反射率変動が大きい光ディスクにはより有効である。

【0048】

また、記録状態検出指数の目標値 R_t を求める別な方法として、図 5 に示すような方法もある。

【0049】

OPC により最適記録パワー P_{w0} を求め (ステップ 110)、その最適記録パワー P_{w0} に記録パワー P_{w1} を設定し (ステップ 111)、PCA 数フレームにその最適記録パワー ($P_{w1} = P_{w0}$) で試し書きを行う (ステップ 112)。この記録動作と同時に、ピット反射光サンプルホールド回路 18 とスペース反射光サンプルホールド回路 19 とにより、記録時ピット反射光レベル S_p と記録時スペース反射光レベル S_s とを測定し (ステップ 113)、各検出値から記

録状態検出指数 R_m を式 (1) (又は式 (2)) により求めて (ステップ 114)、これ为目标値 R_t として記憶する (ステップ 115)。

【0050】

目標値 R_t を求める更に別な方法として、図 6 に示すような方法もある。

【0051】

OPCにより最適記録パワーを求め (ステップ 120)、その最適記録パワー P_{w0} に記録パワー P_{w1} を設定し (ステップ 121)、データ記録領域の実記録をこの記録パワー ($P_{w1} = P_{w0}$) で開始する (ステップ 122)。続いて、開始直後にピット反射光サンプルホールド回路 18 とスペース反射光サンプルホールド回路 19 とにより、記録時ピット反射光レベル S_p と記録時スペース反射光レベル S_s とを測定し (ステップ 123)、各検出値から記録状態検出指数 R_m を式 (1) (又は式 (2)) により求めて (ステップ 124)、これ为目标値 R_t として記憶する (ステップ 125)。

【0052】

これまでに説明した図 4 ～図 6 のいずれかのフローチャートによって、目標値 R_t が求められる。以降のデータ記録領域への実記録では、図 7 に示す記録パワー制御 (ランニング OPC) が行われる。

【0053】

まず、既に定められている記録パワー P_{w1} でデータ記録領域に記録を行う (ステップ 131)。そして、ピット反射光サンプルホールド回路 18 とスペース反射光サンプルホールド回路 19 とにより図 1 ②の波形をサンプルホールドし、記録時ピット反射光レベル S_p と記録時スペース反射光レベル S_s とを測定する (ステップ 132)。このとき、光ディスク回転周期に伴う検出値の変動を吸収するために最低ディスク 1 回転以上測定を行い、それぞれ平均した検出値を使用する。

【0054】

続いて、記録状態検出指数演算部 20 により記録状態検出指数 R_m を式 (1) (又は式 (2)) により求め (ステップ 133)、記録状態検出指数 R_m とその目標値 R_t との差「記録状態検出誤差 ΔR_m 」を次式により求める (ステップ 1

34)。

$$(\text{記録状態検出誤差 } \Delta R_m) = (\text{記録状態検出指数 } R_m) - (\text{目標値 } R_t) \quad \dots (3)$$

【0055】

続いて、以下のA～Cのいずれかの処理を実行する。

【0056】

A. 記録状態検出誤差 ΔR_m と記録パワー制御しきい値 H_s とを比較し (ステップ135)、 ΔR_m が H_s 以上である場合は、「記録状態を維持するためには記録パワーが低い」と判断できるので、次式により記録パワー P_{w1} を記録パワーステップ幅 ΔP_w 分上げる (ステップ136)。

$$(\text{記録パワー } P_{w1}) \leftarrow (\text{記録パワー } P_{w1}) + (\text{記録パワーステップ幅 } \Delta P_w) \quad \dots (4)$$

【0057】

B. 記録状態検出誤差 ΔR_m と負の記録パワー制御しきい値 $-H_s$ とを比較し (ステップ137)、 ΔR_m が $-H_s$ 以下である場合は、「記録状態を維持するためには記録パワーが高い」と判断できるので、次式により記録パワー P_{w1} を記録パワーステップ ΔP_w 分下げる (ステップ138)。

$$(\text{記録パワー } P_{w1}) \leftarrow (\text{記録パワー } P_{w1}) - (\text{記録パワーステップ幅 } \Delta P_w) \quad \dots (5)$$

【0058】

C. 上記A, Bのいずれにも当てはまらない場合、つまり

$$-H_s < \Delta R_m < +H_s$$

の場合は、記録パワー P_{w1} は変化させない。

【0059】

以上の図7に示す動作を、データ記録が継続される限り繰り返し行う (ステップ139)。

【0060】

なお、本発明は、いうまでもなく、上記実施形態に限定されるものではない。例えば、ピット反射光サンプルホールド回路18やスペース反射光サンプルホー

ルド回路 19 の代わりに、記録時反射光を A/D 変換して演算により記録時ピット反射光量や記録時スペース反射光量を求めてもよい。

【0061】

また、記録状態検出指数の演算式は式 1 又は式 2 であり、いずれも分母が（記録パワー）² である。ここで、記録パワーは、実質的に同じもの、すなわち記録パワー相当の信号を使用してもよい。例えば、作動プッシュプル方式のようにサブビームを持つ場合であれば、フロント側のサブビームの反射光量を記録パワーに置き換えることができる。又は、フロントモニタ信号レベルを記録パワーの代わりに置き換えることもできる。

【0062】

【発明の効果】

本発明に係る記録状態検出指数の算出方法によれば、ピット部を生成するパワー P_{w1} の二乗、パワー P_{w1} で照射したレーザ光の反射光強度が安定した部分の光強度レベル S_p 、及びピット部を生成しないパワーで照射したレーザ光のスペース部からの反射光強度の光強度レベル S_s を用いて、 $R_m = S_p / S_s / P_{w1}^2$ 又は $R_m = S_p / P_{w1}^2$ に基づき指数 R_m を求めることにより、次の効果を奏する。パワー P_{w1} で照射したレーザ光の反射光強度の P E A K 値を用いないので、温度変動等に影響されない安定した記録状態検出指数を得ることができる。これに加え、パワー P_{w1} の二乗を用いることにより、記録パワーに対する変化量を大きくできるので、記録状態の検出感度を向上させた記録状態検出指数を得ることができる。

【0063】

本発明に係る光ディスク記録方法及び装置によれば、本発明に係る記録状態検出指数の算出方法を用いることにより、温度変動等に対する安定性及び記録状態の検出感度を向上させた記録状態検出指数を得ることができるので、記録状態変動に対する追従性能を向上できる。換言すると、最適記録状態時の記録状態検出指数をその目標値 R_t として測定しておき、データ領域への実記録中に常に記録状態検出指数 R_m を測定して、 R_m と R_t の差が最小になるように記録パワー P_{w1} を制御しているので、常に安定した最適記録状態を維持することができる。

つまり、光ディスク全面にわたって、常に安定して均一な最適 β 値（シンメトリ値）の記録品質を維持することができる。

【 0 0 6 4 】

本発明の効果を確かめるための実験結果を、図 2 のグラフに示してある。この実験は本発明に係る機能を有効にした場合と無効にした場合との環境を同一にするために、同一の光ディスクに本発明に係る機能の有効／無効を交互に選択して光ディスク全面に記録を行っている。この場合、記録パワーを固定して光ディスク全面に記録した場合、つまりランニング O P C を行わないで記録をした場合、光ディスクの面内感度差によりディスク内周と外周とでの記録波形の β 値が約 9 % 下がっている。これに対して本発明に係るランニング O P C を行って記録した場合は、内周と外周との β 値変動が約 ± 1 % に収まっている。

【 0 0 6 5 】

また、従来のランニング O P C で測定が困難となる原因であった「記録時ピット反射光の P E A K 値」を使用しないために、記録時ピット反射光の P E A K 値測定誤差による記録状態検出指数の誤差はない。

【 0 0 6 6 】

更に、光ディスクの色素の種類によっては、記録パワーを上げていくと記録状態検出指数の変化量が徐々に小さくなって記録状態検出指数が飽和していくという問題があった。これに対し、本発明に係る記録状態検出指数の演算式の分母は「記録パワーの二乗」であるために、分母が「記録パワーの一乗」である従来技術に比べて記録状態検出指数の飽和する記録パワーを高くできるので、制御範囲を広くできる。

【 0 0 6 7 】

しかも、記録状態検出指数の分母が「記録パワーの一乗」である従来技術に比べて、本発明では分母が「記録パワーの二乗」であるので、図 2 のグラフに示すように記録状態変動に対する追従性が良いという実験結果が得られている。

【 0 0 6 8 】

したがって、本発明によれば、従来のランニング O P C 方法に比べて、安定した良好な特性のランニング O P C を簡単に実現できる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明に係る記録状態検出指数の算出方法の一実施形態を示す説明図である。

【図 2】

本発明におけるランニング O P C の結果を示すグラフである。

【図 3】

本発明に係る光ディスク記録装置の一実施形態を示すブロック図である。

【図 4】

図 3 の光ディスク記録装置の動作の一例を示すフローチャートである。

【図 5】

図 3 の光ディスク記録装置の動作の一例を示すフローチャートである。

【図 6】

図 3 の光ディスク記録装置の動作の一例を示すフローチャートである。

【図 7】

図 3 の光ディスク記録装置の動作の一例を示すフローチャートである。

【図 8】

シンメトリ値及び β 値を説明するためのグラフであり、図 8 (1) は記録パワー高の場合、図 8 (2) は記録パワー中の場合、図 8 (3) は記録パワー低の場合である。

【図 9】

β 値とジッタとの関係の一例を示すグラフである。

【図 1 0】

第三従来例におけるランニング O P C の結果を示すグラフである。

【符号の説明】

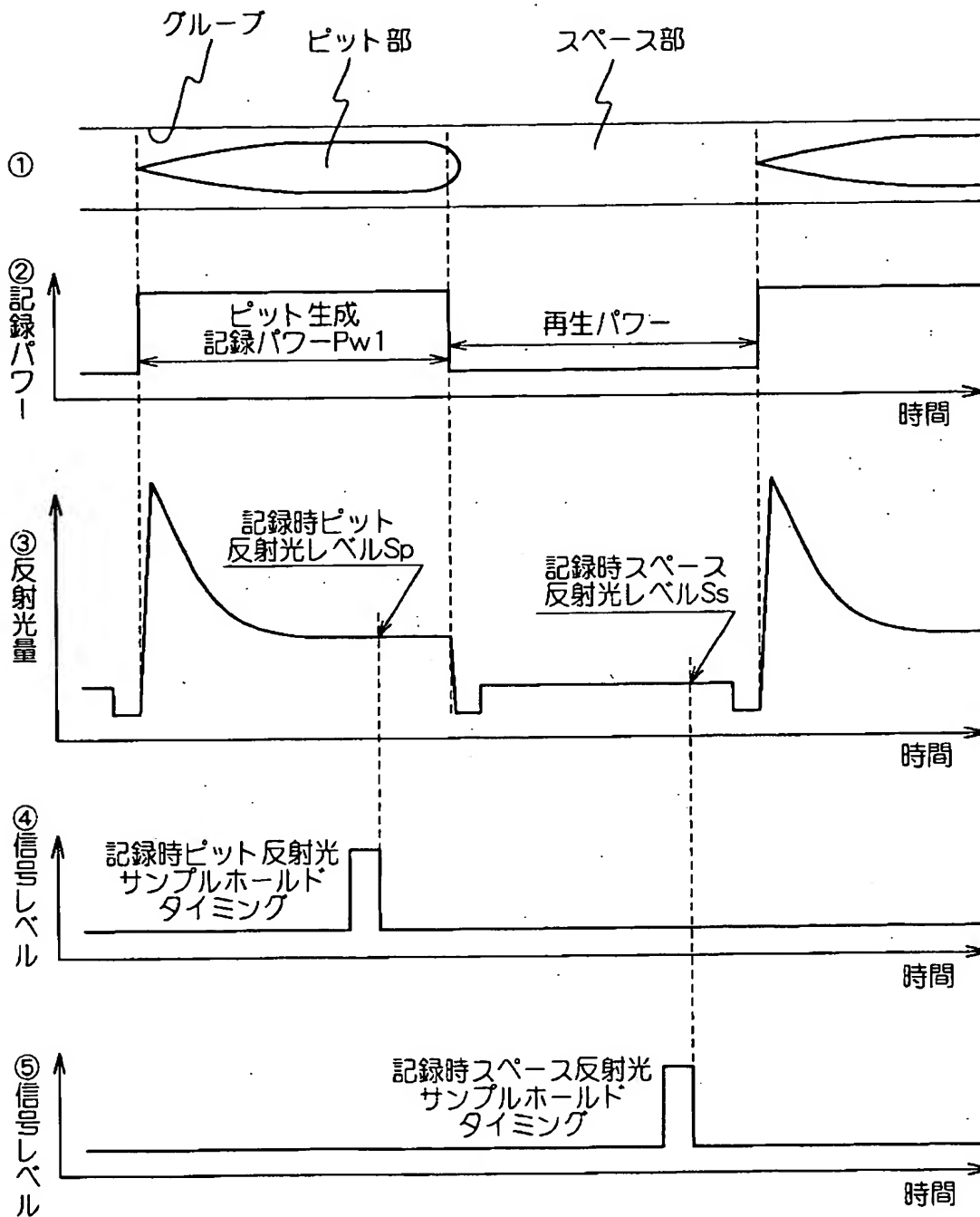
S p 記録時ピット反射光レベル

S s 記録時スペース反射光レベル

P w 1 記録パワー

【書類名】 図面

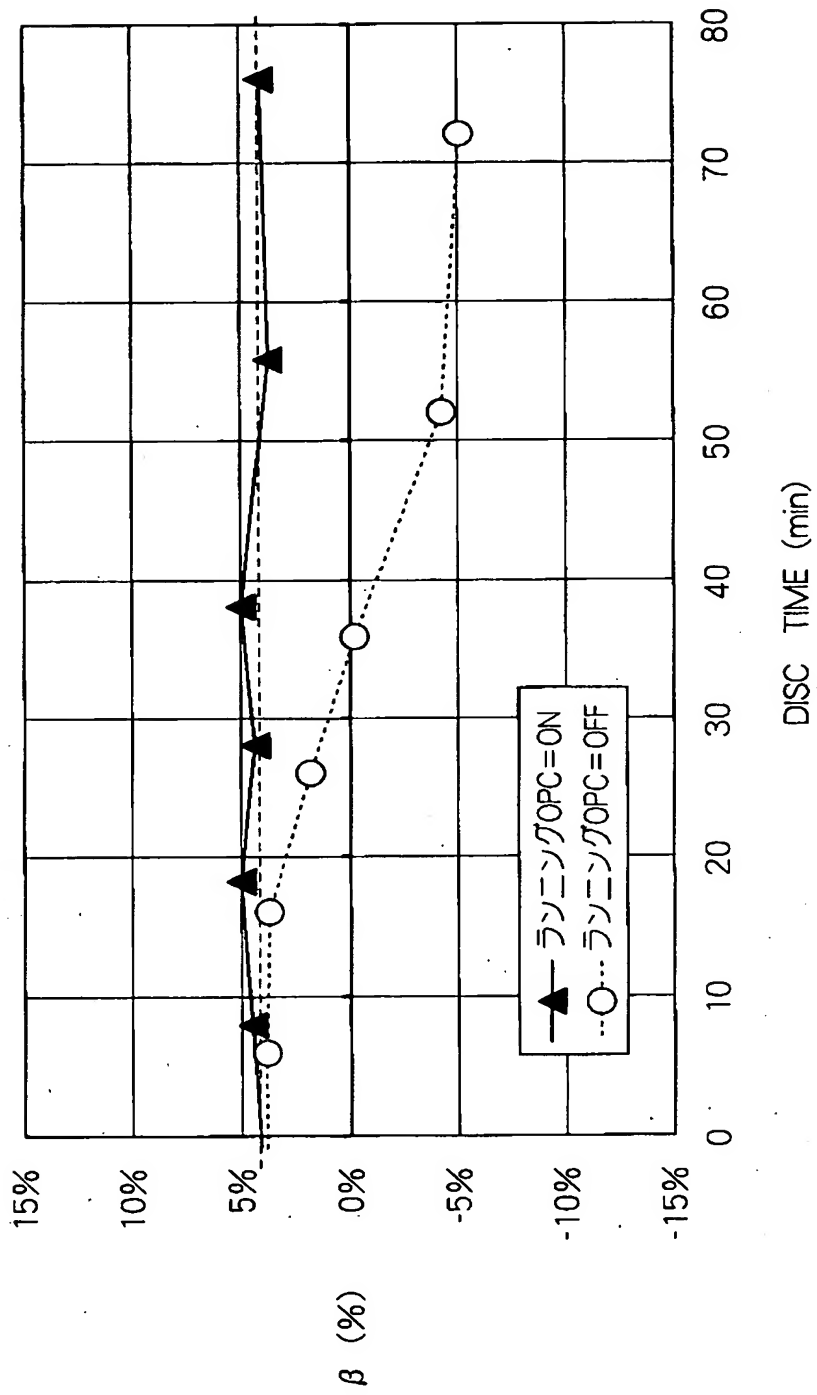
【図 1】



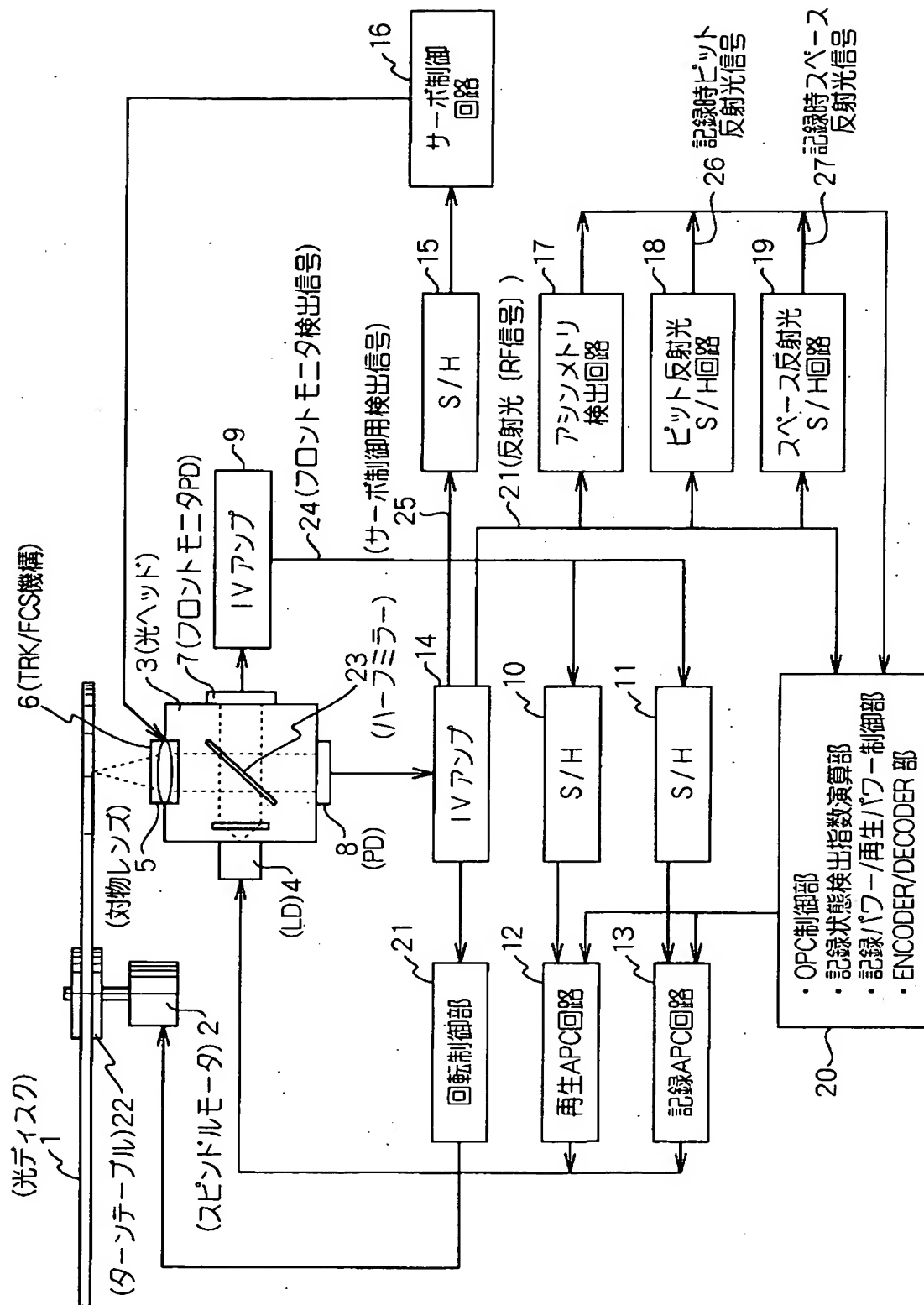
【図 2】

ランニングOPC効果 (1)

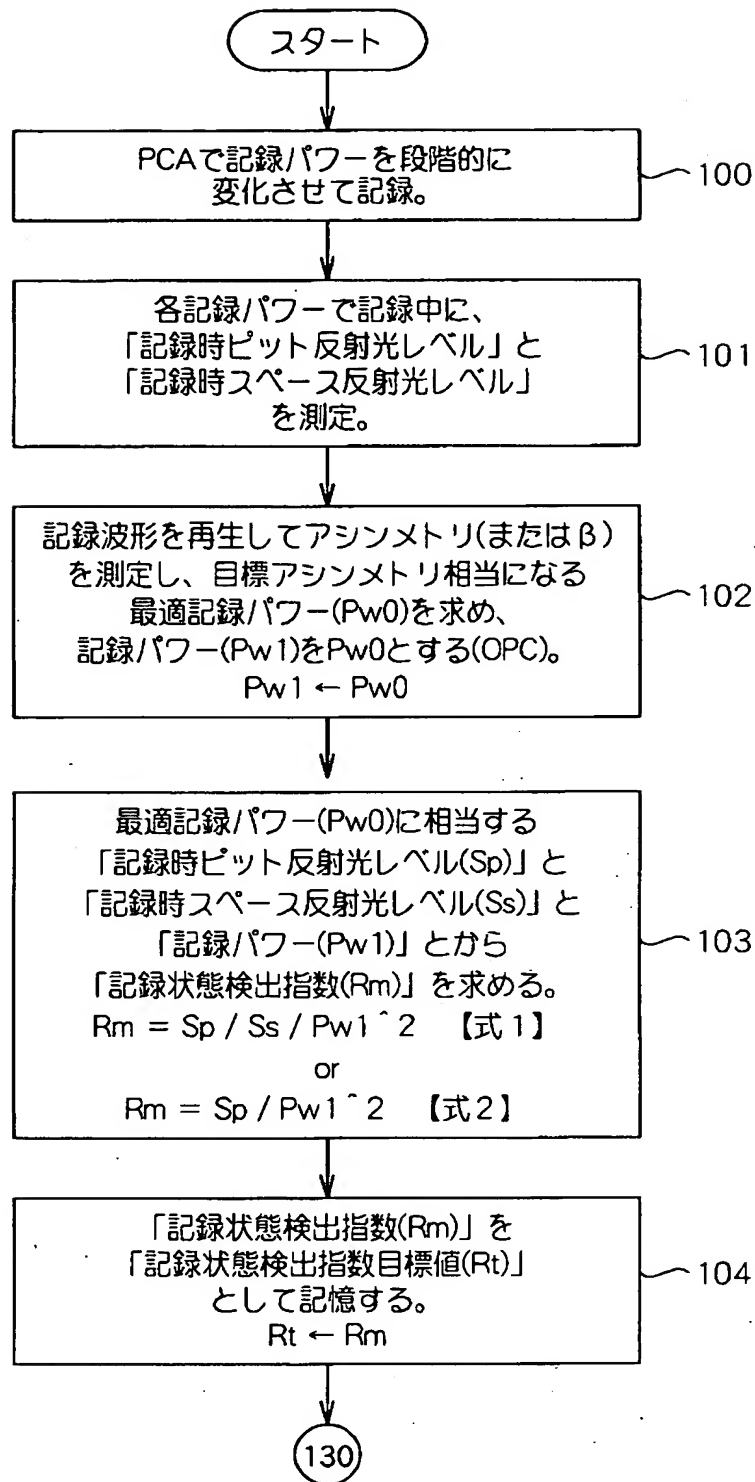
$$\beta(Rm) = (Sp) / (Ss) / (Pw1)^{-2}$$
 方式



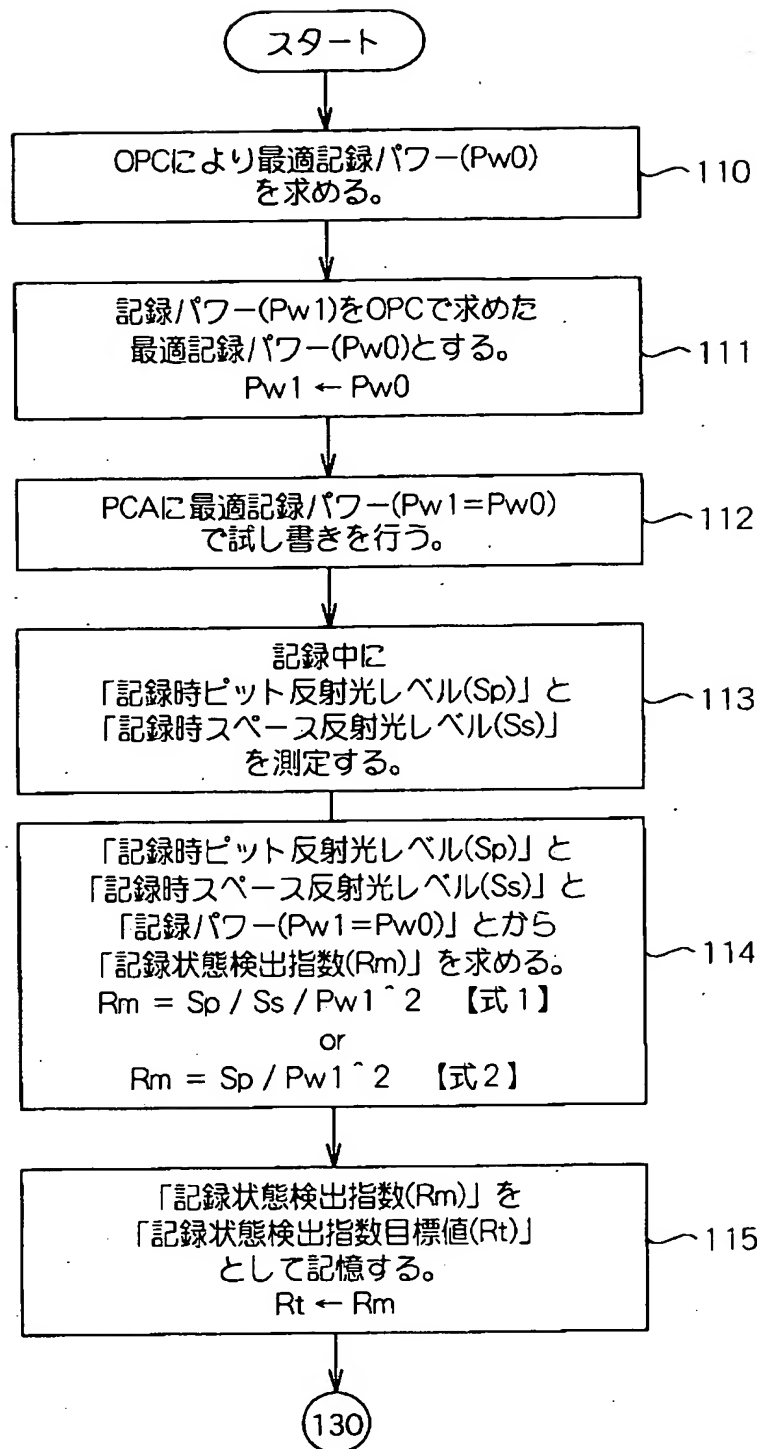
【図 3】



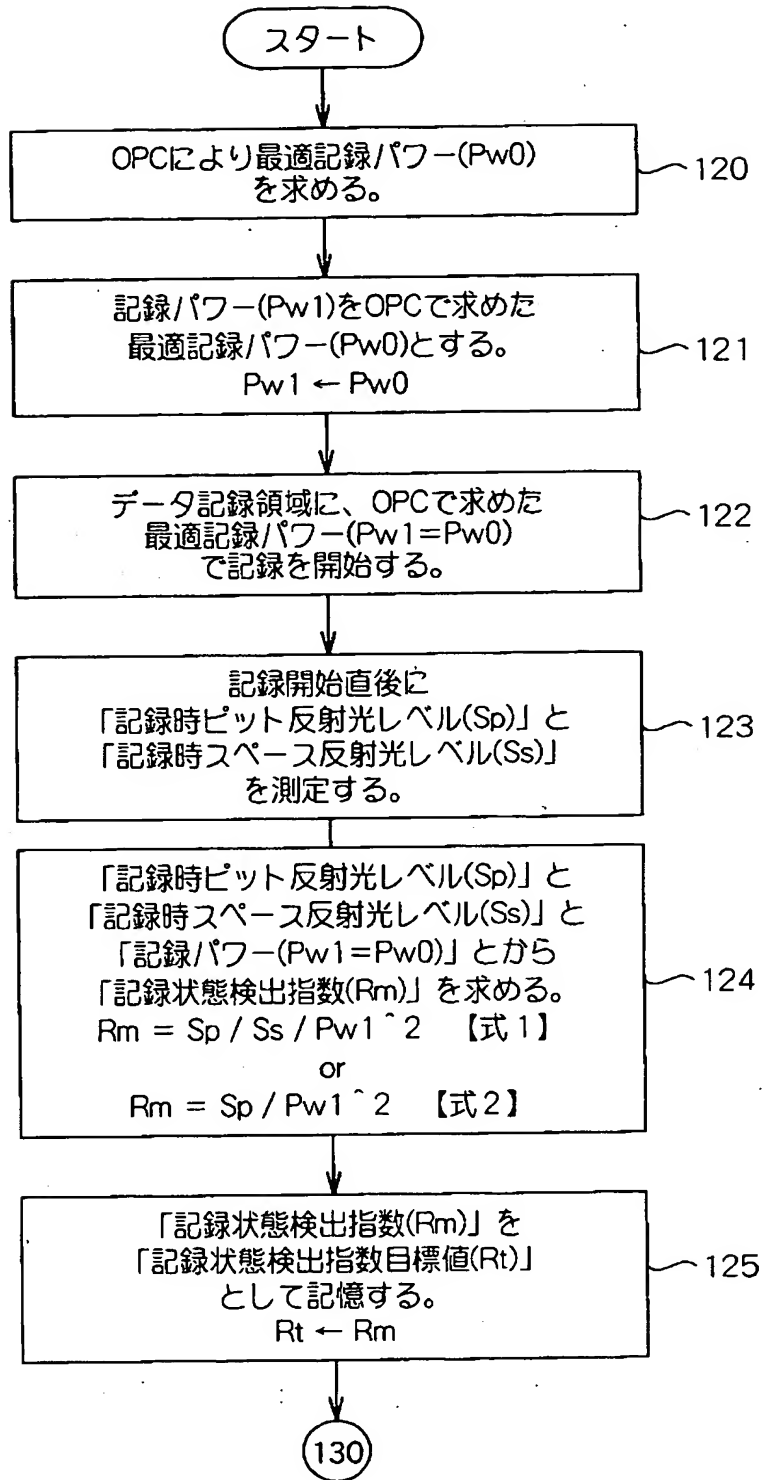
【図 4】



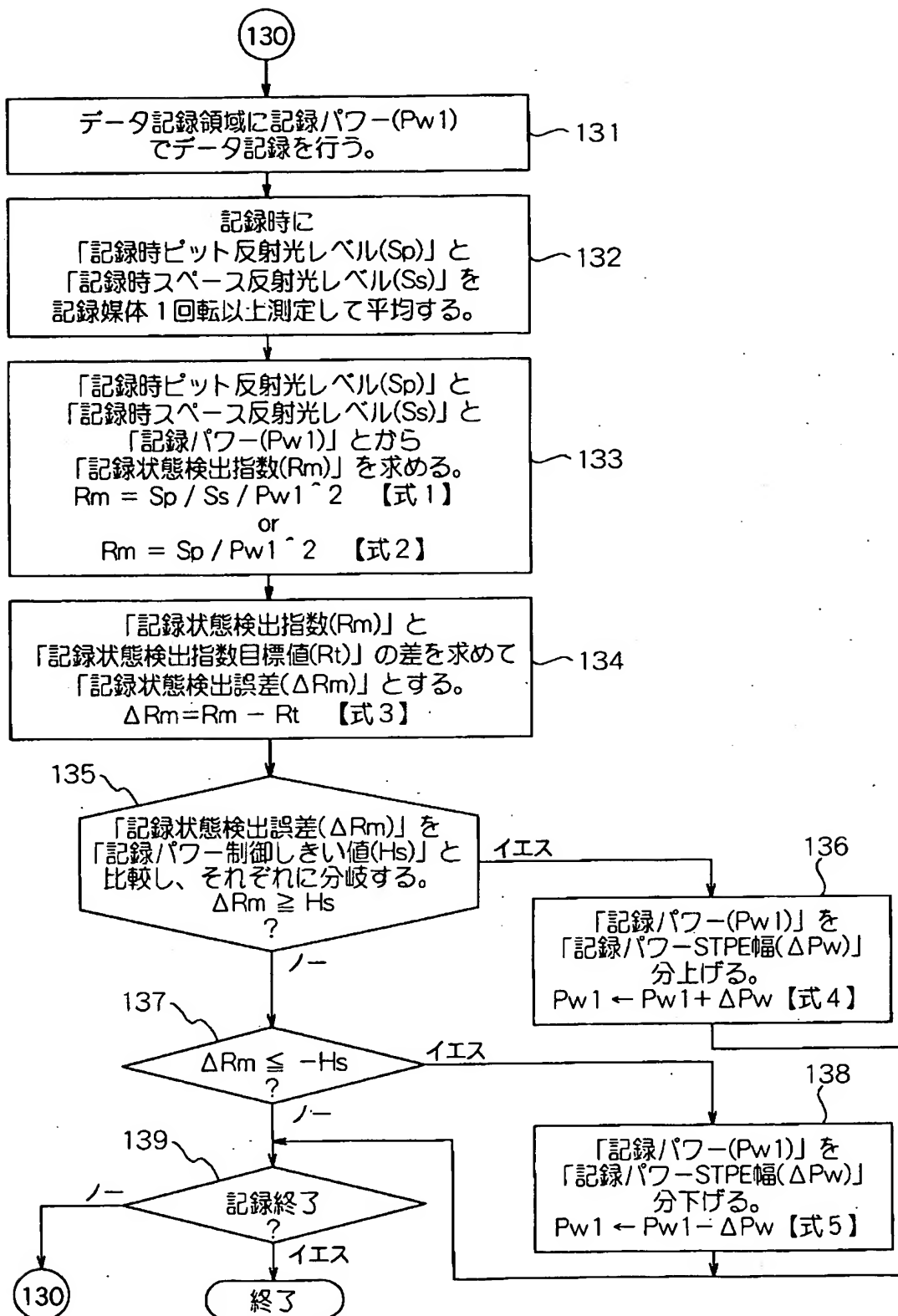
【図 5】



【図 6】

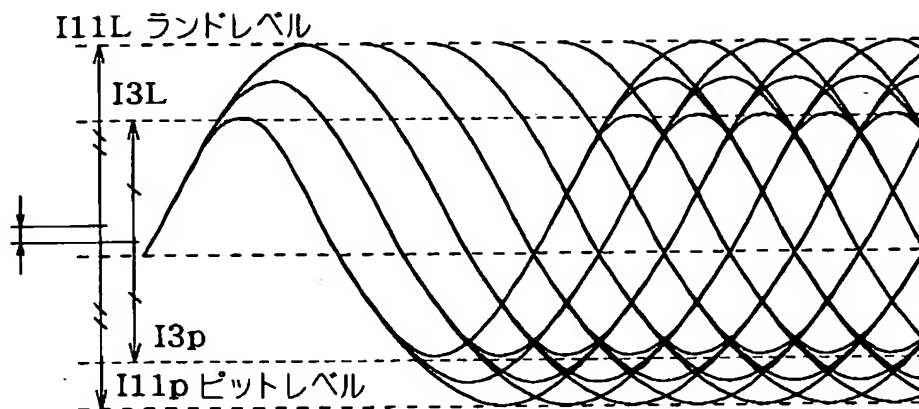


【図 7】

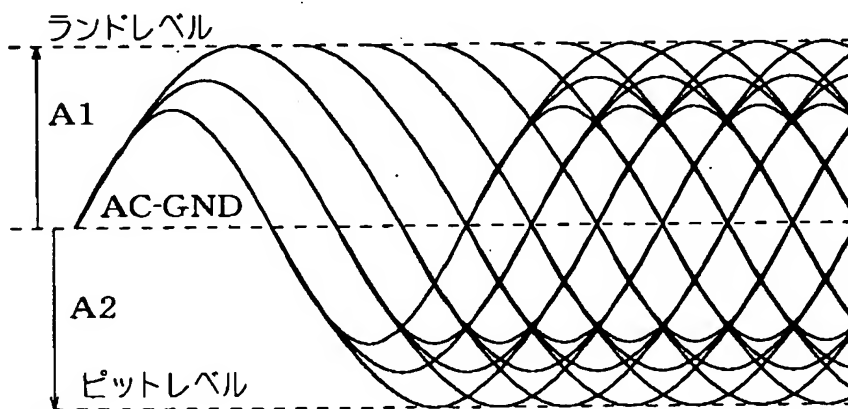


【図 8】

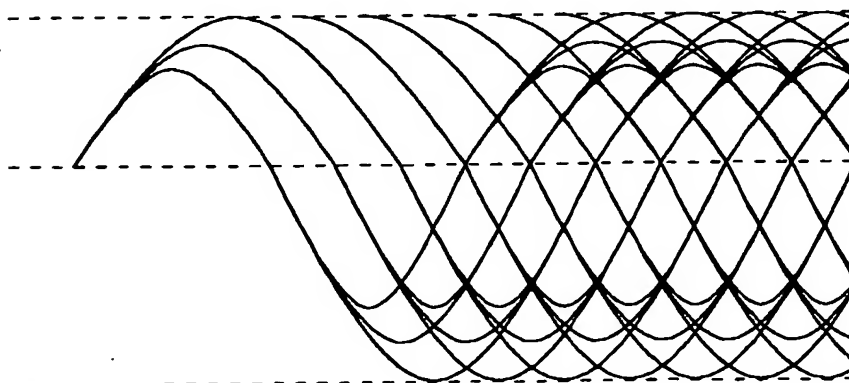
(1) 記録パワー 高 Symmetry = 小
 β = 大



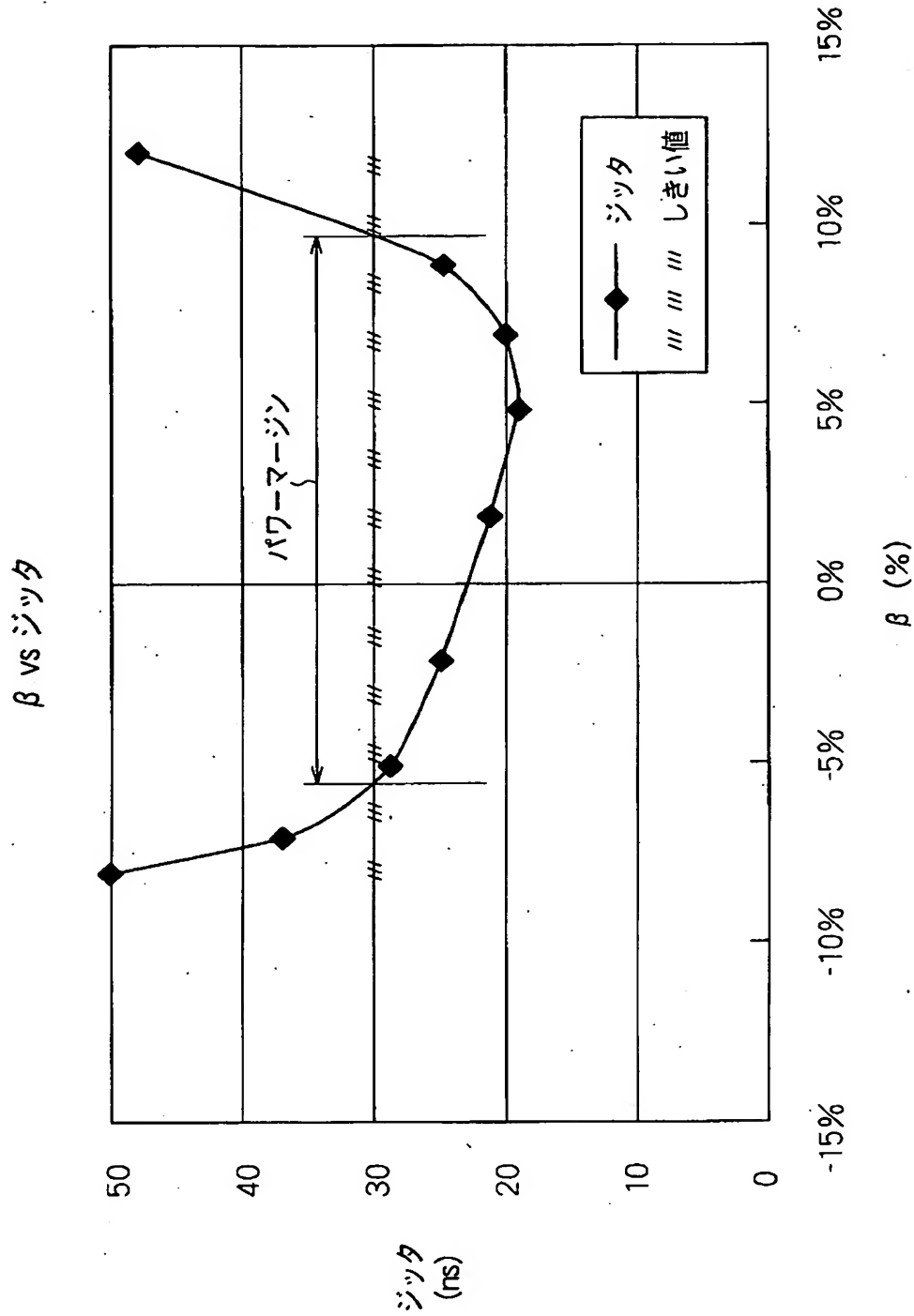
(2) 記録パワー 中 Symmetry = 0%
 β = 0%



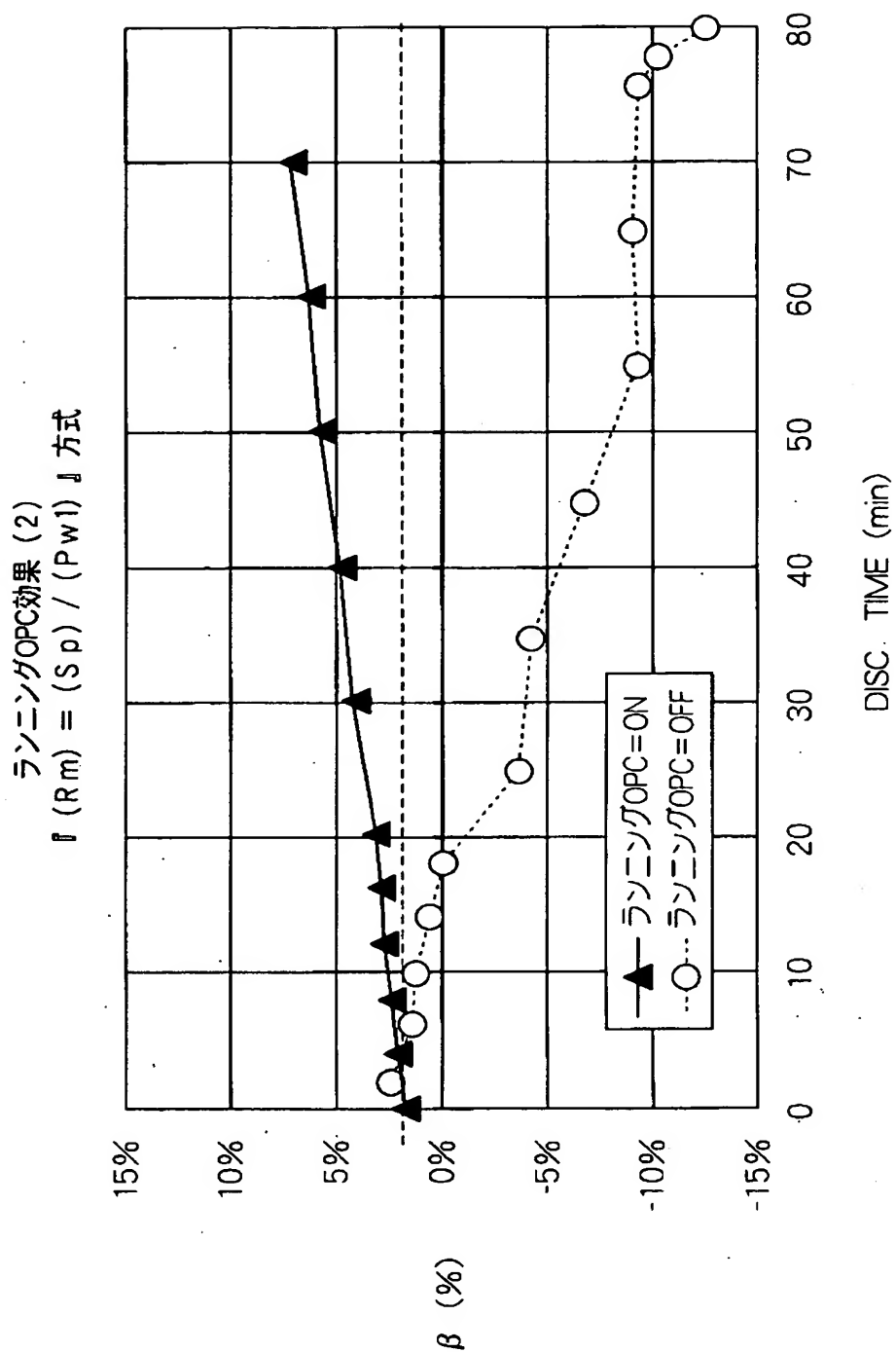
(3) 記録パワー 低 Symmetry = 大
 β = 小



【図9】



【図 10】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 温度変動等に対する安定性及び記録状態の検出感度を向上させた記録状態検出指数を得ることにより、記録状態変動に対する追従性能を向上させる。

【解決手段】 記録時ピット反射光レベル S_p と、記録時スペース反射光レベル S_s とを検出する。そして、これらの検出値 S_p 、 S_s と、記録時に半導体レーザ素子からのレーザ光が光ヘッドの対物レンズから出射される記録パワー P_{w1} とから、 $R_m = S_p / S_s / P_{w1}^2$ によって光ディスクの記録状態を検出する指数 R_m を求める。そして、この記録状態検出指数 R_m に基づいて、記録パワー P_{w1} を制御する。

【選択図】 図 1

特2001-018260

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000004237]

1. 変更年月日 1990年 8月29日

[変更理由] 新規登録

住 所 東京都港区芝五丁目7番1号

氏 名 日本電気株式会社